

Д.А. Вискушенко,  
аспірант;

Т.М. Павельчук,  
студентка;

О.Д. Шимкович,  
студентка

(Житомирський педуніверситет)

## ВПЛИВ СУЛЬФАТУ МІДІ НА ВОДНИЙ БАЛАНС *LYMNAEA STAGNALIS*

*Досліджено вплив сульфату міді (0,2; 1; 1,8 мг/л) на зміни маси тіла Lymnaea stagnalis. Показано, що інвазія є додатковим обтяжуючим чинником при дії на молюсків важкими металами.*

Різке погіршення стану довкілля призводить до все більшого забруднення усіх без винятку середовищ життя, у тому числі і гідросфери. Полютанти, потрапивши у водне середовище, одразу ж включаються у кругообіг речовин у біоценозах, що призводить до їх значного накопичення у тканинах гідробіонтів, а також і людини як кінцевого споживача продуктів водного походження. Чи не найбільшої уваги при цьому заслуговують токсиканти, які у водному середовищі не розкладаються на безпечні з санітарно-гігієнічної та рибогосподарської точок зору компоненти, а мігрують у ньому протягом тривалого часу, кумулюючись у тілі різних гідробіонтів. До цієї групи належать такі небезпечні забруднювачі середовища, як важкі метали, що можуть накопичуватись водними організмами у значних кількостях [1-5], а потрапивши у організм людини, спричиняють на нього канцерогенний, мутагенний та тератогенний вплив [6]. Особливо гостро це питання постало в Україні у зв'язку з безконтрольним скиданням у водойми неочищених стічних вод металургійних та хімічних виробництв, сільськогосподарських та інших токсичних стоків, які містять у надмірних кількостях важкі метали, і все це при зростаючих транскордонних забрудненнях. У наш час щорічне антропогенне надходження багатьох важких металів у гідросферу в декілька разів перевищує таке з природних джерел [7]. Тільки за десять років концентрація найрозповсюдженіших важких металів (Cu, Zn, Cr, Pb) у внутрішніх водоймах України зросла у 3-12 разів [8].

Отже не викликає сумнівів актуальність дослідження впливу на гідробіонтів обговорюваних полютантів із метою впровадження їх результатів у систему екологічного моніторингу. Але до останнього часу тест-об'єктами у таких дослідженнях були, як правило, гіллястовусі ракоподібні [9:10], які однак не дають змоги вичерпно оцінити стан водного середовища на різних його горизонтах. І це при тому, що нерідко мікроелементи мігрують у товщі води "згори вниз", в основному через зміни фізико-хімічного стану водного середовища [11]. Саме тому і зростає роль бентичних організмів як надійних індикаторів забруднення природних вод важкими металами [12]. На нашу думку, при таких дослідженнях зручним об'єктом може бути вторинноводний легеневий молюск – ставковик *Lymnaea stagnalis* (Linné, 1758) – звичайний компонент прісноводних екосистем внутрішніх водойм України.

Обрання нами як тест-показника зміни водного балансу ставковика викликане виключним значенням води у перебігу всіх фізіологічних та біохімічних процесів життєдіяльності як наземних, так і водних тварин. Тіло будь-якої тварини складається значною мірою з води, вона є середовищем, у якому відбуваються всі реакції, притаманні організму, а також бере участь у реакціях гідратації, гідролізу, окисних реакціях, у набряканні колоїдів, тощо. Саме вода забезпечує (у вигляді водних розчинів) видалення шкідливих продуктів обміну речовин та токсинів. При порушенні співвідношення води та сухого залишку у організмі відбуваються зміни у обміні білків, жирів, вуглеводів та мінеральних речовин [13]. Отже, зрушення водного балансу у будь-який бік свідчить про яскраво виражені патологічні зміни у організмі тварин. Однак помірне накопичення води у тілі водних безхребетних при дії на них токсичних речовин деякі дослідники [14;15] розглядають як захисно-приспосовну реакцію, скеровану на виживання їх у несприятливих умовах середовища.

Матеріал і методика досліджень. У дослідах використано 176 екз. ставковика озерного *Lymnaea stagnalis* (Linné, 1758), зібраного у стоячих водоймах на околицях с. Дубовець та с. Березівка (Новоград-Волинський район) у вересні-жовтні 1999 та жовтні-листопаді 2000 рр. Молюсків транспортували у невеличких полотняних мішечках, уміщених у свою чергу в пакети з поліетилену. Щоб уникнути ушкодження черепашок молюсків та м'яких частин їх тіла, тварин звичайно перекладали водною рослинністю. До лабораторних умов ставковиків аклімували протягом 14 діб. Як токсикант використано сульфат міді (ч.д.а.). Розчини готували на дехлорованій відстоюванням (1 доба) воді з водогінної мережі. Зміни водного балансу при дії на молюсків токсичного середовища встановлювали їх зважуванням, попередньо обсушивши фільтрувальним папером. Результати дослідів знімали через 30 хв, 1, 3, 6, 12, 24 та 48 год. У випадку встановлення достовірної різниці між масою тварин на початку та під час досліду робили висновок про порушення у молюсків водного балансу.

Таблиця 1.

Вплив сульфату міді на зміну маси тіла ( $\sigma$ ) *Lymnaea stagnalis*

Час, год	Незаражені			Заражені		
	$M \pm m_M$	$\sigma$	V	$M \pm m_M$	$\sigma$	V
0,2 мг/л						
0	10,57 $\pm$ 0,44	1,65	15,61	11,83 $\pm$ 0,55	1,75	14,79
0,5	10,88 $\pm$ 0,47	1,77	16,27	12,14 $\pm$ 0,57	1,79	14,74
1	10,93 $\pm$ 0,46	1,74	15,92	12,05 $\pm$ 0,62	2,00	16,60
3	11,20 $\pm$ 0,55	2,06	18,39	12,16 $\pm$ 0,69	2,18	17,93
6	11,60 $\pm$ 0,44	1,65	14,22	12,96 $\pm$ 0,51	1,64	12,65
12	11,65 $\pm$ 0,43	1,60	13,73	12,80 $\pm$ 0,47	1,49	11,64
24	11,51 $\pm$ 0,41	1,55	13,47	12,63 $\pm$ 0,53	1,69	13,38
48	11,09 $\pm$ 0,40	1,50	13,53	12,30 $\pm$ 0,55	1,74	14,15
1 мг/л						
0	6,98 $\pm$ 0,67	2,11	30,23	9,26 $\pm$ 0,36	1,13	12,20
0,5	6,47 $\pm$ 0,52	1,63	25,19	8,80 $\pm$ 0,42	1,32	15,00
1	6,64 $\pm$ 0,41	1,28	19,28	8,42 $\pm$ 0,37	1,17	13,90
3	5,78 $\pm$ 0,33	1,05	18,17	7,81 $\pm$ 0,35	1,11	14,21
6	5,76 $\pm$ 0,33	1,05	18,23	7,86 $\pm$ 0,36	1,14	14,50
12	5,76 $\pm$ 0,34	1,09	18,92	7,56 $\pm$ 0,31	0,97	12,83
24	6,09 $\pm$ 0,41	1,28	21,02	7,06 $\pm$ 0,28	0,88	12,47
48	6,20 $\pm$ 0,45	1,41	22,74	7,45 $\pm$ 0,23	0,72	9,66
1,8 мг/л						
0	4,73 $\pm$ 0,30	0,89	18,82	7,32 $\pm$ 0,45	1,35	18,44
0,5	5,04 $\pm$ 0,44	1,34	26,59	7,17 $\pm$ 0,32	0,96	13,39
1	4,21 $\pm$ 0,54	1,61	38,24	7,06 $\pm$ 0,42	1,25	17,71
3	4,64 $\pm$ 0,38	1,13	24,35	6,70 $\pm$ 0,37	1,11	16,57
6	4,74 $\pm$ 0,40	1,21	25,53	7,07 $\pm$ 0,39	1,16	16,41
12	4,86 $\pm$ 0,27	0,80	16,46	7,27 $\pm$ 0,37	1,10	15,13
24	4,88 $\pm$ 0,28	0,85	17,42	6,56 $\pm$ 0,26	0,79	12,04
48	5,02 $\pm$ 0,31	0,93	18,53	6,82 $\pm$ 0,35	1,05	15,40

Результати та їх обговорення. Попередніми дослідженнями [16] в орієнтаційному експерименті [17] встановлено значення основних токсикологічних показників щодо обговорюваного токсиканту для ставковика озерного:  $LC_0 = 0,1$ ;  $LC_{50}^1 = 2$  та  $LC_{100} = 10$  мг/л. Виходячи з цього, ми обрали для основного дослідження три концентрації токсиканту у проміжку від  $LC_0$  до  $LC_{50}$  (0,2; 1; 1,8 мг/л) з тим, щоб отримати більш детальну картину перебігу захисно-приспосовного та патологічного процесів, які розвиваються у ставковика озерного під дією сульфату міді.

При 0,2 мг/л цього токсиканту у розчині спочатку спостерігається деяке підвищення маси тіла тварин як інвазованих (протягом перших 6-ти год), так і вільних від інвазії особин (впродовж 12 год) на 9,5 та 10,2 % відповідно, а потім – поступове її зниження. Перший етап цього процесу можна розглядати як помірну акумуляцію води у організмі, що має захисно-приспосовне значення [14; 15]. Внаслідок цього процесу, відбувається "розведення" токсичних речовин, що потрапили у внутрішнє середовище гідробіонтів, а отже і їх детоксикація. Але слід враховувати, що надмірне накопичення води у організмі призводить до зниження еластичності тканин, здавлювання лакун та судин кровоносної системи, ушкодження судинних стінок внаслідок збільшення їх порозності, негативних змін у тканинному обміні тощо. Тому й не дивно, що тварини для уникнення такого стану речей починають посилено виводити воду з організму, водночас намагаючись протиставити руйнівній дії токсиканту захисні поведінкові та фізіологічні реакції. Класичним прикладом першої групи реакцій вважають підвищення рухової активності піддослідних тварин. У цьому випадку тварини, намагаючись уникнути токсичного середовища, здійснюють цілеспрямований рух у одному напрямку – вгору, збираючись при цьому над урізом води. Чи не найяскравішою фізіологічною реакцією є ослизнення тіла тварин, що піддані дії токсиканту. Слиз, інтенсивно виділяючись, обгортає тіло молюсків з усіх боків, зменшуючи тим самим площу контакту токсиканту зі шкірою гідробіонтів. Ця реакція ефективна при нетривалому перебуванні ставковиків у середовищі з підвищеними концентраціями отруйних речовин, однак стає додатковим пригнічуючим фактором при тривалій дії поллютантів. Адже слиз, затрудняючи контакт поверхні тіла з токсикантом, перешкоджає також і перебігу нормального газообміну між шкірою гідробіонтів та навколишнім середовищем. Останній же, як відомо [19], відіграє в їх організмі таку ж роль, як і легеневе дихання. Очевидно, що порушення шкірного газообміну призводить до ще більшого загострення патологічного процесу.

<sup>1</sup> Встановлено графічно [18].

При більшій концентрації політантау (1 мг/л) картина отруєння дещо інша. Ставоктики, потрапивши у затруєне середовище, одразу ж починають знижувати масу свого тіла (протягом 12-24 год). Однак пізніше (у період від 24-ох до 48-ми годинної експозиції) цей процес, як і при 0,2 мг/л, набуває зворотної тенденції – маса тіла тварин зростає. Причиною цього, на наш погляд, є необхідність протистояти патологічним змінам, які відбуваються у тварин при негативному водному балансі [20]: зростання осмотичного тиску, дистрофічні зміни у тканинах, збільшення кількості продуктів розкладу в тканинах різних органів, гіпопротеїнемія та ін. При порівнянні динаміки змін водного балансу неінвазованих та інвазованих молюсків нами виявлено, що останні дещо більше змінюють масу свого тіла. Так, у них вже через 3 год від початку дослідів з'являється статистично достовірна різниця зміни маси тіла порівняно з контролем ( $P=98,2\%$ ), яка зберігається до 48 год експерименту включно ( $P=99,8\%$ ) (див. табл.). Водночас у незаражених ставковиків за цих умов статистично достовірної різниці між контролем та дослідом не виявлено, хоч різниця між ними іноді досягає  $17,5\%$  (3-12 год).

При 1,8 мг/л сульфату міді у середовищі маса піддослідних тварин коливається у відносно незначних межах (приблизно до  $\pm 10\%$ ). У тварин не спостерігається яскраво виражених змін водного балансу. Однак у інвазованих тварин дещо різкіше змінюється їх маса тіла, що може свідчити про деяке розбалансування у них фізіологічних та біохімічних процесів внаслідок негативних впливів, спричинених паразитами.

\*\*\*\*\*

1. Spronk N., Tilders F., Hoek R.J. van. Copper in *Lymnaea stagnalis*: III Uptake from fresh water and the role of the shell // Comp. Biochem. and Physiol. – 1973. – A45. – №2. – P. 257-272.
2. Патин С.А., Тихомирова А.А., Демина Л.Л. Биогеохимия металлов в экосистеме бассейна Акрашов. – М.: Геохимия, 1976. – Вып.9. – С. 1427-1433.
3. Патин С.А., Морозов Н.Н. Микроэлементы в морских организмах и экосистемах. – М.: Лег. и пищ. пром-сть, 1981. – 153 с.
4. Варенко Н.И., Загубиженко Н.И., Гайдаш Ю.К. Роль зообентоса в миграции микроэлементов в Запорожском водохранилище // Гидробиол. журн. – 1991. – Т.27, №1. – С. 78-82.
5. Стадниченко А.П., Иваненко Л.Д., Куркчи Л.Н., Витковская О.В., Калинина Н.Н., Вискушенко Д.А., Шевчук А.В. Влияние трематодной инвазии на накопление ионов тяжелых металлов пресноводными моллюсками (Gastropoda: Pulmonata: Rectinibranchia) // Паразитология. – 1998. – Т.32. – №4. – С. 357-362.
6. Брень Н.В. Использование беспозвоночных для мониторинга загрязнения водных экосистем тяжелыми металлами (обзор) // Гидробиол. журн. – 1999. – Т.35. – №4. – С. 75-88.
7. Мур Дж., Рамамурти С. Тяжелые металлы в природных водах. Контроль и оценка влияния. – М.: Мир, 1987. – 288 с.
8. Линник П.Н. Сосуществующие формы тяжелых металлов в природных водах и оценка их токсичности для гидробионтов. – К.: 1986. – Деп. в ВИНТИ, №7633-В86. – 39 с.
9. Щербань Э.П., Коновец И.Н., Арсан О.М. Оценка токсичности купроксидов методом биотестирования на ветвистоусых ракообразных // Гидробиол. журн. – 2000. – Т.36. – №4. – С. 44-49.
10. Брагинский Л.П. Методологические аспекты токсикологического биотестирования на *Daphnia magna* Str. и других ветвистоусых ракообразных (критический обзор) // Гидробиол. журн. – 2000. – Т.36, №5. – С. 50-70.
11. Нахшина Е.П. Микроэлементы в водохранилищах Днепра. – К.: Наук. думка, 1983. – 157 с.
12. Туманов А.А., Постнов И.Е. Водные беспозвоночные как аналитические индикаторы // Гидробиол. журн. – 1983. – Т.19. – №5. – С. 3-16.
13. Збарский Б.И., Иванов И.И., Мардашев С.Р. Биологическая химия. – Л.: Медицина, 1965. – 520 с.
14. Биргер Т.И. Метаболизм водных беспозвоночных в токсической среде. – К.: Наук. думка, 1979. – 190 с.
15. Кизеветтер И.В. Биохимия сырья водного происхождения. – М.: Пищев. пром-сть, 1971. – 424 с.
16. Вискушенко Д.А. Вплив сульфату міді на захисно-приспосувальні та патологічні реакції ставковика озерного // Тез. доп. III Всеукр. наук.-практ. конф. студентів, аспірантів та молодих вчених: Екологія. Людина. Суспільство. – К.: НТУУ КПІ, 2000. – С. 15-16.
17. Алексеев В.А. Основные принципы сравнительно-токсикологического эксперимента // Гидробиол. журн. – 1981. – Т.17. – №3. – С. 92-100.
18. Прозоровский В.Б. О выборе метода построения кривой летальности и определения средней летальной дозы // Журн. общ. биол. – 1960. – Т.21. – №3. – С. 221-228.
19. Проссер Л., Браун Ф. Сравнительная физиология животных. – М.: Мир, 1967. – 766 с.
20. Журавель А.А., Кадыков Б.И., Малинин А.И., Косых В.Н. Патологическая физиология сельскохозяйственных животных. – М.: Колос, 1968. – 432 с.

Матеріал надійшов до редакції 15.08.01.

**Вискушенко Д.А., Павельчук Т.М., Шимкович А.Д. Влияние сульфата меди на водный баланс *Lymnaea stagnalis*.**

*Исследовано влияние сульфата меди (0,2; 1; 1,8 мг/л) на изменения массы тела *Lymnaea stagnalis*. Показано, что инвазия является дополнительнымотягающим фактором при действии на моллюсков тяжелыми металлами.*

***Vyskushenko D.A., Pavelchuk T.M., Shimkovich O.D. Copper Sulphate Influence on Water Balance of Lymnaea stagnalis.***

*Water balance changes of Lymnaea stagnalis under the influence of copper sulphate are analyzed in the article.*